

# **PENGOLAHAN LIMBAH LAUNDRY DENGAN PENAMBAHAN KOAGULAN POLYALUMINIUM CHLORIDE(PAC) DAN FILTER KARBON AKTIF**

Adysti Maretha N<sup>\*)</sup> Wiharyanto Oktiawan<sup>\*\*)</sup> Arya Rezagama<sup>\*\*)</sup>

## **Abstract**

*There is an increasing presence of the amount of laundry services, especially in areas Tembalang. Waste from laundry services containing COD, TSS and Phosphate high and this is not good for health and water. Coagulation Flocculation and Adsorption technology is one solution that can be applied. Coagulant used and adsorption media (activated carbon) many available in the market. This study used coagulant PAC 1% and the media (activated carbon) from coconut shell. Media is activated by HCl 0.3 M, while the research variables used variations of the mesh size, ie, 4, 8, 10, 16 and 20 were fed 50 m3/minute laundry waste. Percentage of allowance by coagulation flocculation of the parameters COD, TSS and Phosphate respectively 65.93% and 95.24% at 55 ml, while the phosphate in 60 ml of which amounted to 90.24%. The percentage removal of COD, TSS and Phosphate best on mesh 4 in 90 minutes. Incorporation Do reactor and obtained COD concentration of 75 mg /L, TSS 52 mg /L and Phosphate 0.175 mg /L.*

*Keyword :COD, TSS, Phosphate, Coagulation, Flocculation*

## **Pendahuluan**

Bertambahnya jumlah penduduk berbanding lurus dengan adanya peningkatan kebutuhan akan barang dan jasa. Salah satu usaha yang sedang berkembang saat ini adalah jasa laundry. Laundry adalah salah satu kegiatan rumah tangga yang menggunakan deterjen sebagai bahan penunjang untuk membersihkan pakaian, karpet, dan alat-alat rumah tangga lainnya. Namun tanpa disadari, limbah laundry dapat menyebabkan masalah lingkungan, yakni pencemaran air yang disebabkan bahan penyusun dalam deterjen.

Menurut Sugiharto (1987) unsur inti dari deterjen adalah senyawa surfaktan dan fosfat yang berfungsi mengikat daya cuci. Untuk menghilangkan efek toksik dari limbah cair laundry diperlukan pengolahan secara sederhana dan mudah diterapkan salah satu cara yakni dengan cara koagulasi-flokulasi dan dilanjutkan dengan adsorpsi. Hal ini diharapkan effluent dapat sesuai dengan baku mutu lingkungan.

Teknik yang memungkinkan untuk menyisahkan bahan organik dalam air yakni dengan cara koagulasi flokulasi dan adsorpsi. Metode koagulasi merupakan proses adsorpsi oleh koagulan terhadap partikel koloid yang menyebabkan destabilisasi partikel. Ada beberapa jenis koagulan salah satu

---

<sup>\*)</sup> Mahasiswa Teknik Lingkungan

<sup>\*\*)</sup> Dosen Teknik Lingkungan

yang sering digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride*(PAC).

Koagulasi adalah Koagulasi merupakan proses pengadukan cepat yang bertujuan untuk destabilisasi koloid dan partikel dalam air dengan menggunakan bahan kimia (koagulan) yang menyebabkan pembentukan inti gumpalan (presipitat). Flokulasi adalah Flokulasi merupakan lanjutan proses dari koagulasi, dimana dilakukan pengadukan lambat. Sehingga proses aglomerasi (penggumpalan) partikel-partikel terdestabilisasi menjadi flok. Ukuran yang dihasilkan memungkinkan flok untuk dipisahkan oleh sedimentasi dan filtrasi

Adsorpsi adalah peristiwa menempelnya suatu zat pada permukaan zat lain karena ketidaksamaan gaya-gaya pada permukaan. Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan dimana komponen dari fase berpindah ke permukaan fase padat (Metcalf & Eddy, 1991).

Karbon aktif merupakan karbon yang sudah diaktifkan sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap warna, bau, zat-zat beracun dan sebagainya. Bersifat amorf, berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, tidak larut dalam air, asam, basa dan pelarut organik (Jankowska et al 1991).

### **Metodologi**

Secara keseluruhan pelaksanaan penelitian dibagi dalam tiga tahapan, meliputi :

#### **1. Tahap Persiapan**

Mencari dan mempelajari literatur, jurnal, buku terkait pengolahan limbah untuk dijadikan pedoman. Kemudian melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan.

Aktivasi media adsorpsi (karbon aktif) merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Yang dimaksud dengan aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori, yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan fisis, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi.

#### **2. Tahap Pelaksanaan**

*Running* dilakukan Analisis data dilakukan dengan menggunakan program microsoft excel dan SPSS. Analisis data dilakukan dengan menganalisis data yang telah diperoleh dari kegiatan sampling, yaitu data konsentrasi COD, TSS dan Fosfat.

Sedangkan untuk menganalisa hubungan antara dosis dan ukuran mesh serta waktu pengaliran dengan penurunan COD, TSS dan Fosfat didapatkan dengan menggunakan analisa bivariat dengan analisis korelasi pearson (*Pearson Bivariate Correlation*) menggunakan bantuan software SPSS untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara dosis dengan penurunan COD, TSS, Fosfat pada koagulasi flokulasi dan hubungan

antara ukuran mesh dan waktu terhadap penurunan COD, TSS dan Fosfat pada adsorpsi.

### 3. Tahap Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program microsoft excel. Analisis data dilakukan dengan menganalisis data yang telah diperoleh dari kegiatan sampling, yaitu data konsentrasi COD TSS dan Fosfat.

Analisa akan meliputi analisis dengan diagram pencar untuk hubungan konsentrasi konsentrasi COD, TSS dan Fosfat terhadap dosis

koagulan, waktu dan ukuran mesh terhadap efisiensi penyisihan COD, TSS dan Fosfat. Penyajian data juga dilakukan dalam grafik excel untuk menunjukkan hubungan tersebut. Hubungan data diperkuat dengan analisa bivariat dengan analisis korelasi pearson (*Pearson Bivariate Correlation*) menggunakan bantuan software SPSS untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara dosis dengan penyisihan pada koagulasi flokulasi, serta ukuran mesh dan waktu terhadap penyisihan COD, TSS dan Fosfat pada Adsorpsi.

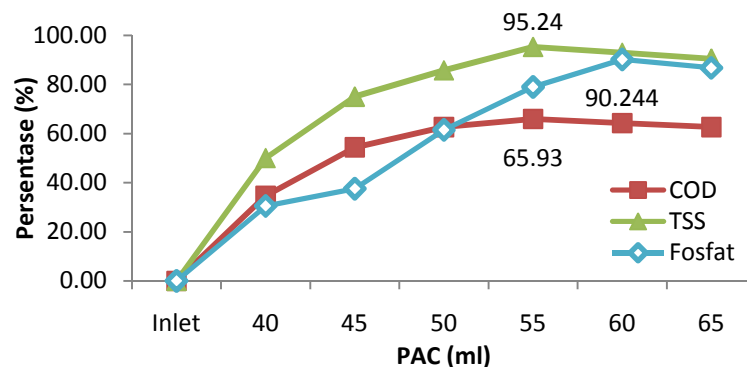
## Hasil Pembahasan

### 1. Hasil Pengujian COD, TSS dan Fosfat Koagulasi Flokulasi

Tabel 1  
Hasil Pengujian COD, TSS dan Fosfat Pada Proses Koagulasi Flokulasi

Inlet	BAKU MUTU*	Proses		
		Dosis PAC (ml/L)	Hasil	(%)
COD 986,98 Mg/l	100 (Mg/l)	40	645,34	34,62
		45	450,11	54,30
		50	368,76	62,64
		55	336,23	65,93
		60	352,49	64,29
		65	368,76	62,64
TSS 236 Mg/l	100 (Mg/l)	40	84	50,00
		45	42	75,00
		50	24	85,71
		55	8	95,24
		60	12	92,86
		65	16	90,48
Fosfat 3,88 Mg/l	0,2 (Mg/l)	40	3,019	30,560
		45	2,714	37,590
		50	1,672	61,549
		55	0,911	79,053
		60	0,424	90,224
		65	0,574	86,801

Berdasar Uji Kolomogrof model regresi yang baik adalah model regreasi yang berdistribusi normal, dan data yang diperoleh adalah normal.



**Gambar 1**  
**Efisiensi Penyisihan COD, TSS, dan Fosfat pada Koagulasi Flokulasi**

Gambar diatas menunjukkan grafik efisiensi penyisihan COD, TSS dan Fosfat terhadap variasi dosis. Dosis optimum penyisihan COD dan TSS pada proses koagulasi flokulasi dengan koagulan PAC yakni pada 55 ml berturut turut sebesar 65,93 % dan 95,24%. Sedangkan pada fosfat pada 60 ml yakni sebesar 90,24%.

PAC 1% 55 ml mampu menurunkan konsentrasi COD paling tinggi 65,93 % COD, sehingga dari 986,89 turun menjadi 336,32 mg/l. Tingginya COD pada limbah laundry disebabkan adanya zat organik aktif permukaan dari detergen pada proses pencucian. Didapatkan korelasi antara dosis terhadap COD adalah  $-0,892^*$ ; dengan signifikan atau probabilitas 0,042. Jika muncul bintang satu (\*), maka hubungan bisa dikatakan (Teguh Wahyono, 2012). Angka korelasi negative pada parameter COD, menunjukkan terjadi hubungan negatif, artinya semakin besar dosis maka konsentrasi COD semakin menurun.

Pengukuran kondisi awal Padatan Tersuspensi Total (TSS) dilakukan dikarenakan TSS dapat mengakibatkan bertambahnya kekeruhan didalam air. Limbah laundry yang akan diberi perlakuan memiliki kandungan TSS 234 mg/l. Hal tersebut berada di atas baku mutu Perda Jateng no 5 Tahun 2012. Penelitian ini meragamkan koagulan PAC dengan range 40, 45, 50, 55, 60 dan 65 ml/L dengan tujuan mendapatkan dosis optimum untuk menghilangkan TSS. Didapatkan penurunan sampai dengan 95,24 % yakni pada 55 ml PAC 1 % pada 1 liter limbah laundry. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antara ukuran mesh dan waktu (menit) terhadap konsentrasi TSS tersebut signifikan. Maksudnya variabel dosis memberikan kontribusi besar terhadap konsentrasi TSS.

Besarnya pengaruh dosis terhadap variabel terikatnya yaitu konsentrasi COD, TSS dan Fosfat hasil pengujian menggunakan regresi dengan software SPSS 16.0.

Koagulasi Flokulasi dilakukan dengan jartes dan dari variasi koagulan PAC dengan range 40, 45, 50, 55, 60 dan 65 ml/L ditambahkan untuk mencari dosis optimum untuk menurunkan kandungan fosfat. Didapatkan penurunan sampai dengan 90,244 % yakni pada 60 ml PAC 1 % pada 1 liter limbah laundry. Menurut Ali Masduqi dan Agus Slamet (2000) bahwa penyisihan fosfat dari air limbah meliputi penggabungan fosfat dalam padatan tersuspensi dan diikuti dengan penyisihan tersebut. Perhitungan koefisien korelasi (r) dari semua variable yang dimasukan dalam analisis SPSS, bahwa korelasi antara dosis terhadap fosfat 0,988\*\* dengan signifikan atau probabilitas 0,002. Hal

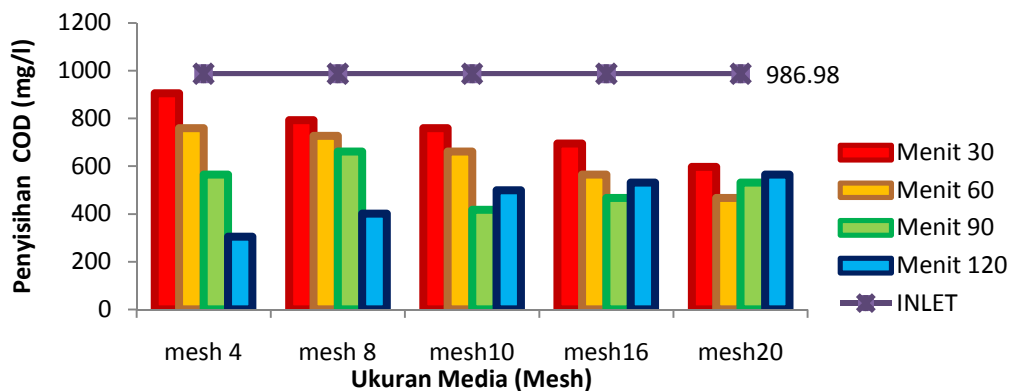
itu berarti  $H_0$  ditolak atau dengan kata lain hubungan antara dosis dengan parameter adalah erat.

## 2. Penyisihan COD, TSS dan Fosfat dengan Adsorpsi

Menurut Perrich (1981) proses adsorpsi dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke dalam kolom, sehingga terjadi kontak antara adsorben dengan air limbah. Waktu kontak dan ukuran partikel merupakan faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Penelitian yang dilakukan, didapatkan penurunan COD, TSS dan Fosfat pada masing-masing reaktor yakni R1.4, R2.8, R3.10, R4.16, dan R5.20.

**Tabel 2**  
**Hasil Pengujian COD, TSS dan Fosfat Pada Proses Pengaruh Pengotor Pada Adsorpsi**

Parameter	Waktu	Jenis			
		Tanpa Pengotor		Dengan Pengotor	
		Hasil	Persentase (%)	Hasil	Persentase (%)
COD	0 menit	1182.21	—	661.61	—
	30 menit	759.22	35.78	596.53	49.54
	60 menit	694.14	41.28	531.45	55.05
	90 menit	563.99	52.29	336.23	57.78
	120 menit	889.37	24.77	466.38	48.89
TSS	0 menit	110	—	134	—
	30 menit	84	23.64	104	22.39
	60 menit	76	58.18	56	58.21
	90 menit	32	70.91	12	91.04
	120 menit	74	32.74	44	67.16
Fosfat	0 menit	110	—	134	—
	30 menit	84	23.64	104	23.64
	60 menit	46	58.18	56	58.18
	90 menit	32	70.91	12	91.04
	120 menit	74	32.73	44	67.16



**Gambar 2**  
**Hubungan mesh dengan penyisihan COD pada Adsorpsi**

Berdasarkan penyisihan COD dengan metode adsorpsi berdasar ukuran mesh mempengaruhi dalam menurunkan konsentrasi COD dalam limbah laundry jika dilihat dari variabel waktu.

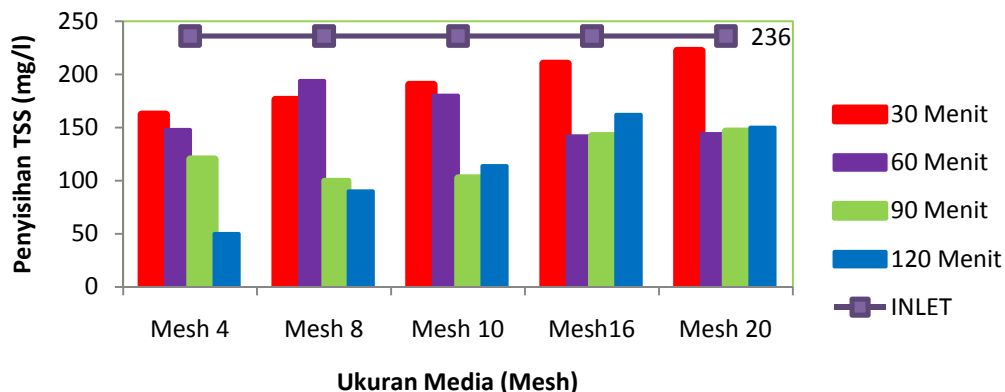
Kadar COD dalam air limbah akan diserap oleh karbon aktif, karena mempunyai suatu gaya gabung dengan bahan organik, hal tersebut dapat digunakan untuk meremoval bahan kontaminan organik dari air limbah. Pada kondisi tertentu ternyata hanya sebagian permukaan karbon aktif yang dapat menyerap zat yang tertentu pula, hal ini yang dinamakan situs aktif permukaan (Cheremisinoff, P.N. 1978).

Pada penelitian ini semakin besar diameter karbon aktif, semakin besar efisiensi penurunan COD. Mesh 4 mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 67,06% pada menit ke 120. Kadar COD dalam air limbah akan diserap oleh karbon aktif, karena mempunyai suatu gaya gabung dengan bahan organik, hal tersebut dapat digunakan untuk meremoval bahan kontaminan organik dari air limbah.

Nilai COD dapat mendeteksi zat organik yang dipecah secara kimia sehingga oksigen terlarut direduksi (Sugiharto, 1987).

Menurut Benfield (1982) adsorpsi merupakan proses masuknya molekul ke dalam pori-pori, menyebabkan proses adsorpsi karbon bergantung pada karakteristik fisik karbon aktif dan ukuran molekul adsorbat.

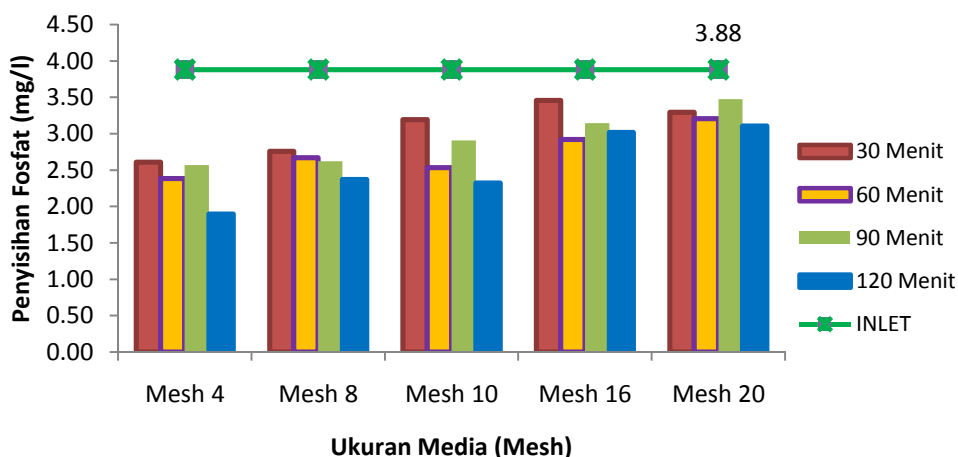
Perhitungan koefisien korelasi ( $r$ ) dari semua variable yang dimasukan dalam analisis. Bahwa korelasi berdasarkan mesh  $-0.144^{**}$  dengan probabilitas atau signifikan COD terhadap mesh berturut 0,492. Hal itu berarti  $H_0$  pada COD diterima atau dengan kata lain hubungan antara mesh dengan parameter adalah kurang erat. Sedangkan korelasi waktu terhadap COD  $0.897^{**}$  dengan probabilitas atau signifikan COD terhadap waktu berturut 0,000. Hal itu berarti  $H_0$  pada COD ditolak atau dengan kata lain hubungan antara waktu dengan parameter adalah sangat erat.



**Gambar 6**  
**Hubungan mesh dengan penyisihan TSS pada Adsorbsi**

Sampel diambil dari salah satu jasa laundry di daerah tembalang, dimana sampel limbah sebelum diberi perlakuan kandungan TSS 234 mg/l. Berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa mesh 4 mampu menurunkan konsentrasi TSS paling tinggi yakni sebesar 78,81 % pada menit ke 120. Bahwa korelasi antara mesh terhadap TSS adalah 0,251 dengan probabilitas atau signifikan TSS terhadap mesh berturut 0,227. Sedangkan korelasi

antara waktu terhadap TSS 0,866\*\* dengan probabilitas atau signifikan TSS terhadap waktu 0,227. Besarnya pengaruh waktu (menit) dan ukuran mesh terhadap variabel terikatnya yaitu konsentrasi TSS, koefisien determinasinya adalah 0,813 untuk TSS yang mengandung arti bahwa kedua faktor ini yaitu pengaruh mesh dan waktu (menit) terhadap konsentrasi TSS adalah sebesar 79,7% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain.



**Gambar 7**  
**Hubungan mesh dengan penyisihan Fosfat pada Adsorbsi**

Gambar 7 penurunan fosfat terlihat menurun dari sampel sebelum diberi perlakuan sebesar 3,880 mg/l turun hingga 1,896 mg/l dimana penurunan terjadi 51,13% pada mesh 4. Adsorben diaktivasi menggunakan asam kuat yakni HCL 0,3 M. Tujuannya adalah karena adanya ikatan hidrogen akan menyebabkan permukaan partikel adsorben menjadi bermuatan positif, sehingga dapat mengikat ion fosfat yang bermuatan negatif. Sebelum proses adsorpsi, ion  $H^+$  di permukaan ini berikatan dengan anion-anion lain. Fosfat yang bermuatan negatif ( $PO_4^{2-}$ ) memungkinkan terjadinya ikatan dengan adsorben yang bermuatan

positif (ion  $H^+$ ). Pada proses adsorpsi ini, anion fosfat akan menggantikan anion-anion lain yang berikatan dengan ion  $H^+$  (Masduqi, 2004).

Korelasi antara variabel mesh dengan konsentrasi fosfat didapat nilai koefisien korelasi sebesar 0.478. Angka korelasi positif, menunjukkan terjadi hubungan positif, artinya semakin besar mesh maka konsentrasi fosfat semakin menurun. Besarnya pengaruh waktu (menit) dan ukuran mesh terhadap konsentrasi fosfat 0,727 yang mengandung arti bahwa kedua faktor (mesh dan waktu) adalah sebesar 70,2% sisanya dipengaruhi oleh variabel lain.

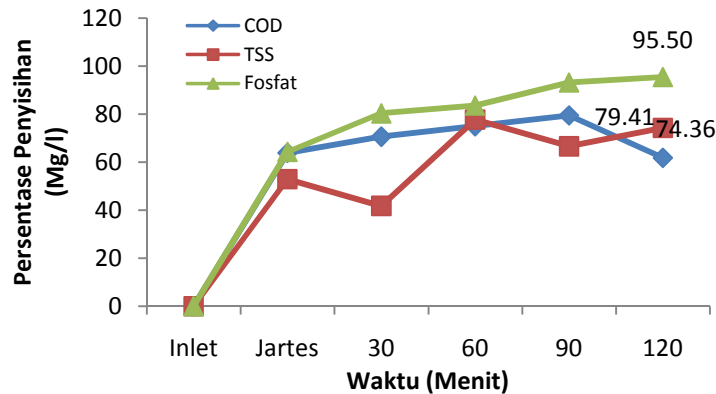
### 3. Konsentrasi COD, TSS dan Fosfat Pada Reaktor Gabungan

**Tabel 3**  
**Hasil Pengujian COD, TSS, dan Fosfat Pada Reaktor Gabungan**

Parameter	Inlet (mg/l)	Baku Mutu	Perlakuan		(Mg/l)	(%)
COD	1019,52	100	Jartes	55 ml	368,76	63,83
			Filter	30 menit	108,46	70,59
				60 menit	92,19	75,00
				90 menit	75,92	79,41
				120 menit	141,00	61,76
TSS	134	100	Jartes	55 ml	110	52,99
			Filter	30 menit	64	41,82
				60 menit	52	77,78
				90 menit	78	66,67
				120 menit	60	74,36
Fosfat	3,88	0,2	Jartes	55 ml	1,385	64,32
			Filter	30 menit	0,761	80,39
				60 menit	0,636	83,60
				90 menit	0,262	93,25
				120 menit	0.175	94,86



Data hasil penurunan konsentrasi dalam percobaan (kontinyu) dapat digambarkan dengan grafik penurunan konsentrasi dan grafik efisiensi penyisihan sebagai berikut :



**Gambar 8**  
**Efisiensi Penyisihan COD pada Reaktor Gabungan**

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa pada proses koagulasi-flokulasi dengan penambahan PAC 55 ml dapat menurunkan 67,92% dan dilanjutkan dengan proses adsorbs dengan karbon aktif dapat menurunkan hingga kandungan COD sebesar 75,95 mg/l dimana angka tersebut berada di bawah baku mutu Perda Jateng No 5 Tahun 2012. Proses koagulasi-flokulasi dengan penambahan PAC 55 ml dapat menurunkan 52,992 % yakni hingga TSS 110 mg/l dan dilanjutkan dengan proses adsorbs dengan karbon aktif dapat menurunkan hingga kandungan COD sebesar 28 mg/l pada menit 30 dimana angka tersebut berada di bawah baku mutu Perda Jateng No 5 Tahun 2012. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dilihat pada grafik persentase bahwa pada proses koagulasi-flokulasi dengan penambahan 1% PAC 55ml dapat menurunkan 85,85% dan

dilanjutkan dengan proses adsorbs dengan karbon aktif dapat menurunkan hingga kandungan fosfat sebesar 0,175 mg/l angka tersebut berada di bawah baku mutu PP 82 untuk sungai kelas 2 angka minimal yakni 0,2 mg/l.

### **Penutup** **Kesimpulan**

1. Dari variasi range dosis, 40, 45, 50, 55, 60 dan 65 ml. Dosis tersebut belum mampu menurunkan kadar COD, TSS dan Fosfat hingga sesuai baku mutu. Pada variasi tersebut didapatkan dosis optimum untuk COD dan TSS yakni pada 55 ml, sedangkan pada fosfat pada 60 ml.
2. Variasi yang di gunakan yakni mesh 4, 8, 10, 16 dan 20 dan didapati mesh terpilih adalah mesh 4 yakni COD sebesar 67,06% pada menit ke 120, TSS

78,81 % pada menit ke 120, dan Fosfat 51,13% pada menit 120. Namun pada variasi ukuran (mesh) dan waktu (menit) tersebut tersebut belum mampu menurunkan kadar COD, TSS dan Fosfat hingga memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

3. Reaktor gabungan yakni pengolahan menggunakan koagulan PAC yang dilanjutkan dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa selama 2 jam didapatkan ketiga parameternya memenuhi baku mutu, COD 75 mg/l, TSS 52 mg/l dan Fosfat 0,175 mg/l. Sehingga dengan penggabungan pengolahan ini dapat diterapkan untuk pengolahan limbah *laundry*.

#### Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada range dosis 50 ml hingga 65 ml PAC 1% .
2. Penelitian selanjutnya agar memberi jarak ukuran mesh sehingga bisa mendapatkan hasil yang lebih nyata pengaruh mesh terhadap penyisihan parameter COD, TSS dan Fosfat.
3. Variasi waktu yang lebih lama dapat mendukung hasil peneliti

sehingga dapat diketahui kapan karbon aktif tersebut jenuh untuk hubungan karbon aktif dengan limbah *laundry*.

#### **Daftar Pustaka**

- Alaerts, G dan Sri Sumestri. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Cheremisinoff, P. N., 1978, *Carbon Adsorption Handbook*, Ann Arbor Science Publ Inc, Michigan.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Masduqi, Ali. 2004. *Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Haloisit*. Majalah IPTEK: Vol. 15, No. 1, Februari 2004. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya
- Metcalf & Eddy, 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse*.
- Wahyono, Teguh. 2012. *Analisis Statistik Mudah Dengan SPSS 20.0*. P Elex Media Komputindo: Jakarta.